

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-210975

(43)Date of publication of application : 11.08.1995

(51)Int.Cl.

G11B 19/00

(21)Application number : 06-234706

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH  
CORP <IBM>

(22)Date of filing : 29.09.1994

(72)Inventor : BAJOREK CHRISTOPHER H  
GLASER THOMAS W  
KLAASSEN KLAAS B  
NIELSEN CHARLES R  
SANTANA GEORGE R  
GORDON JAMES SMITH  
THOMPSON DAVID A  
MICHAEL LEE WOUKMAN

(30)Priority

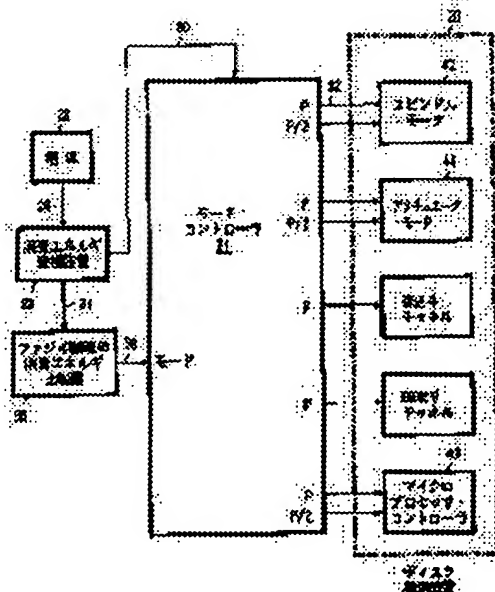
Priority number : 93 175984      Priority date : 30.12.1993      Priority country : US

## (54) METHOD AND DEVICE FOR MANAGING POWER CONSUMPTION

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To apply timing for reducing power consumption in relation to the latest history of an access operation to a device by comparing average consumption energy with a previously decided consumption energy threshold and selecting an operation mode.

**CONSTITUTION:** A disk driving device 20 receives power from a power source device 22 through a mode controller 24. The power from the device 22 is transferred to a consumption energy monitor device 28 through a line 26 and is transferred from the device 28 to the controller 24 through a line 30. The controller 24 distributes the power inputted through the line 30 to the device 20 through plural lines represented by a line 32. The device 28 gives the signal 34 of use energy to the consumption energy comparator 36 of fuzzy logic and compares average consumption energy with the consumption energy threshold. The comparator 36 generates a mode selection signal 38 based on the compared result and transfers the signal 38 to the controller 24 for making a necessary power consumption reduction mode. The controller 24 selects the operation mode in response to the signal 38.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.09.1994  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 2557202  
[Date of registration] 05.09.1996  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) IntCl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 19/00

識別記号

5 0 1 H 7525-5D

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数21 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平6-234706

(22) 出願日 平成6年(1994)9月29日

(31) 優先権主張番号 1 7 5 9 8 4

(32) 優先日 1993年12月30日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー  
ズ・コーポレーションINTERNATIONAL BUSIN  
ESS MACHINES CORPO  
RATIONアメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 クリストファー・エイチ・バジョレク

アメリカ合衆国 カリフォルニア州、ロス  
ガトス、クローバー・ウェイ 120

(74) 代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

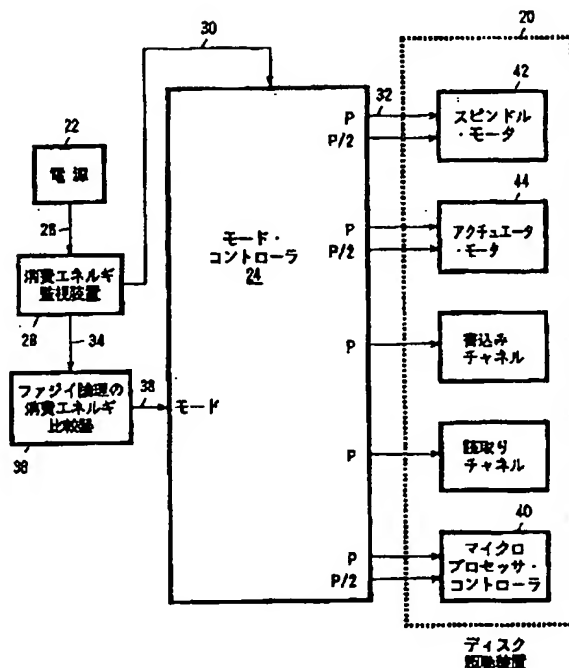
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力消費の管理方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は幾つかの消費電力低減モードの内の1つを選択するために、予め決められた消費エネルギー・プロフィールと実際に使用されたエネルギーとを比較するディスク駆動装置の消費電力管理装置及び方法を与える。

【構成】 使用エネルギーのレジスタは、各サンプル時間の間の消費エネルギーに従って、通常の時間間隔において更新される。減衰された平均消費エネルギー値は、動作時間にわたって消費されたエネルギー値を減衰することによつて得られ、そして、その結果値は積分される。平均消費エネルギーのレベルは、全電力動作モードか、または消費電力低減モードかを選択するために、予め決められた幾つかの消費エネルギー閾値プロフィールと比較される。アクセス動作要求を検知するための電力を残した上、動作モードの選択は最適にバランスされた消費電力のパターンを自動的に採用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 別個に給電される複数のコンポーネントを有する装置において、各々がある量の消費エネルギーを消費することとなる複数の複数の動作をコマンドによつて実行するための方法であつて、上記装置は複数の動作モードを持ち、各動作モードは上記別個に給電されるコンポーネントの間での所定の複数の電力割当のうちの 1 つに対応しており、上記方法はさらに、

(a) 1 つ、またはそれ以上の上記動作を命令するコマンドにตอบสนองして、すべての上記別個に給電される素子 \* 10

$$\bar{E}(t) = \frac{\beta}{T} e^{\alpha T} \int E(t) e^{\alpha T} dt$$

(d) 上記第 2 の信号値 E バー (t) と複数の消費エネルギー閾値プロフィールとを比較して、モード選択信号を発生するために比較結果を組み合わせるステップと、

(e) 上記モード選択信号にตอบสนองして上記動作モードの内の 1 つを選択するステップと、

(f) 上記 1 つまたはそれ以上の動作に対する上記コマンドを受け取るまで上記ステップ (b) 乃至 (f) を繰り返して遂行するステップとを有する電力消費の管理方法。

【請求項 2】 上記ステップ (d) は、

(d 1) 上記第 2 の信号値 E バー (t) にตอบสนองして上記消費エネルギー閾値プロフィールを調節するステップを含む請求項 1 に記載の消費電力の管理方法。

【請求項 3】 上記消費エネルギー閾値プロフィールは上記第 2 の信号値 E バー (t) にตอบสนองした値に減少されることを含む請求項 2 に記載の消費電力の管理方法。

【請求項 4】 上記装置はデータ・ストレージ・ディスク駆動装置を含む請求項 1 に記載の消費電力の管理方法。

【請求項 5】 上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置は硬質磁気ディスク媒体を含む請求項 4 に記載の消費電力の管理方法。

【請求項 6】 上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置は光学式データ・ストレージ媒体を含む請求項 4 に記載の消費電力の管理方法。

【請求項 7】 別個に給電される複数の素子を有するデータ・ストレージ・ディスク駆動装置において、

電源から動作電力を受け取る電力入力手段と、

1 つの時間間隔の間で上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置により消費される平均消費電力を表わす使用エネルギー信号値 E バーを発生するための、上記電力入力信号に接続された消費エネルギー監視手段と、

複数の使用エネルギー閾値信号の 1 つを越えた上記使用エネルギー信号値 E バーに対応するモード・コマンド信号を複数の発生するための、上記消費エネルギー監視手段に接続された比較手段と、

上記別個に給電される素子の内の選択された素子を上記

\*に対する全動作電力の割当に対応する全電力動作モードを選択するステップと、

(b) 上記装置による上記消費エネルギーの合計量を表わす第 1 の信号値 E (t) を時間の関数として発生するステップと、

(c)  $\alpha$  及び  $\beta$  を正の整数として、上記第 1 の信号値 E (t) の時間と共に減衰された平均消費エネルギー値を表わす第 2 の信号値 E バー (t) を、下記の数式に従つて発生するステップと、

【数 1】

電力入力手段に接続することを表わす複数の動作モードの内の 1 つの動作モードを、上記モード・コマンド信号にตอบสนองして、上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置に対して選択するための、上記比較手段及び上記電力入力手段に接続されたモード制御手段とからなるディスク駆動装置。

20 【請求項 8】 上記モード制御手段は、上記複数のモード・コマンド信号の最近の値にตอบสนองして 1 つの上記動作モードを選択するためのファジィ論理手段を含む請求項 7 に記載のディスク駆動装置。

【請求項 9】 上記比較手段は、上記少なくとも 1 つの使用エネルギー閾値信号の値は上記 1 つの動作モードの選択にตอบสนองして時間の経過とともに変化するように、上記複数の使用エネルギー閾値信号の少なくとも 1 つを発生する発生手段を含む請求項 7 に記載のディスク駆動装置。

30 【請求項 10】 上記別個に給電される素子の少なくとも 1 つは低下された電力で動作されるように、上記複数の動作モードは一部電力消費モードを含む請求項 7 に記載のディスク駆動装置。

【請求項 11】 上記使用エネルギー閾値信号は上記動作モードの選択の履歴にตอบสนองして調節されることを含む請求項 9 に記載のディスク駆動装置。

【請求項 12】 別個に給電される複数の素子を含む直接アクセス・ストレージ装置 (DASD) において、

電源から動作電力を受け取る電力入力手段と、  
1 つの時間間隔の間で上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置により消費される平均消費電力を表わす使用エネルギー信号値 E バーを発生するための、上記電力入力信号に接続された消費エネルギー監視手段と、

複数の使用エネルギー閾値信号の 1 つを越えた上記使用エネルギー信号値 E バーに対応するモード・コマンド信号を複数の発生するための、上記消費エネルギー監視手段に接続された比較手段と、

上記別個に給電される素子の内の選択された素子を上記電力入力手段に接続することを表わす複数の動作モードの内の 1 つの動作モードを、上記モード・コマンド信号にตอบสนองして、上記データ・ストレージ・ディスク駆動装

置に対して選択するための、上記比較手段及び上記電力入力手段に接続されたモード制御手段とからなる直接アクセス・ストレージ装置。

【請求項 13】 上記モード制御手段は、上記複数個のモード・コマンド信号の最近の値に応答して上記動作モードの 1 つを選択するためのフアジ理論手段を含む請求項 12 に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

【請求項 14】 上記比較手段は、上記少なくとも 1 つの使用エネルギー閾値信号の値が上記 1 つの動作モードの選択に回答して時間の経過とともに変化するように、上記複数個の使用エネルギー閾値信号の少なくとも 1 つを発生する発生手段を含む請求項 12 に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

【請求項 15】 上記複数個の動作モードは、少なくとも 1 つの上記別個に給電される素子が低下された電力で動作されるように、一部電力の動作モードを含む請求項 12 に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

【請求項 16】 上記少なくとも 1 つの使用エネルギー閾値の信号は上記動作モード選択の履歴に回答して調節されることを含む請求項 14 に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

【請求項 17】 別個に給電される複数個の素子を含む光学ディスク・データ・ストレージ装置において、電源から動作電力を受け取る電力入力手段と、1 つの時間間隔の間で上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置により消費される平均消費電力を表わす使用エネルギー信号値 E バーを発生するための、上記電力入力信号に接続された消費エネルギー監視手段と、複数個の使用エネルギー閾値信号の 1 つを越えた上記使用エネルギー信号値 E バーに対応するモード・コマンド信号を複数個発生するための、上記消費エネルギー監視手段に接続された比較手段と、

上記別個に給電される素子の内の選択された素子を上記電力入力手段に接続することを表わす複数の動作モードの内の 1 つの動作モードを、上記モード・コマンド信号に回答して、上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置に対して選択するための、上記比較手段及び上記電力入力手段に接続されたモード制御手段とからなる光学ディスク・データ・ストレージ装置。

【請求項 18】 上記モード制御手段は、上記複数個のモード・コマンド信号の最近の値に回答して上記動作モードの 1 つを選択するためのフアジ理論手段を含む請求項 17 に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

【請求項 19】 上記比較手段は、上記少なくとも 1 つの使用エネルギー閾値信号の値は上記 1 つの動作モードの選択に回答して時間の経過とともに変化するように、上記複数個の使用エネルギー閾値信号の少なくとも 1 つを発生する発生手段を含む請求項 17 に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

【請求項 20】 上記複数個の動作モードは、少なくとも 1 つの上記別個に給電される素子が低下された電力で動作されるように、一部電力動作モードを含む請求項 17 に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

【請求項 21】 上記少なくとも 1 つの使用エネルギー閾値信号は上記動作モード選択の履歴に回答して調節されることを含む請求項 19 に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、低消費電力のコンピュータ・システムに使用するディスク駆動装置の消費電力管理システム、より詳細に言えば、小型コンピュータ中においてごく近い時期に生じた使用履歴に適合させた消費電力低減モード・シーケンサに関する。

【0002】

【従来の技術】 コンピュータ・ハードウェア技術の最近の改良は、ディスク・ストレージ装置のディスク駆動装置がメモリ及びマイクロプロセッサのような他のハードウェア素子よりも大きな電力を消費するコンピュータ・システムになつてきた。一般に、ディスク駆動装置の全電力供給状態よりも低い消費電力に低下された状態にディスク駆動装置を迅速に切り換える方法で、活動中でないディスク駆動装置の消費電力を低減することが望まれている。また、このような方式はディスク駆動装置の負荷サイクルを減少し、従つてディスク駆動装置の耐用年数及び信頼性を改善する。電池を使用する最近のラップトップ・コンピュータや、ノートブック型コンピュータに用いられるディスク駆動装置の電力消費の管理は益々重要さを増している。

【0003】 本明細書において、ディスク駆動装置という用語は、硬質磁気ディスク駆動装置や、光学ディスク駆動装置などの直接アクセス・ストレージ装置 (DASD) に向けられている。また、ディスク駆動装置の消費電力の管理の問題は、デジタル・イメージ式のスチール・カメラや、携帯用ビデオテープ記録装置に用いられる磁気媒体の駆動装置を含んでデジタル・イメージ技術の分野でも広く知られている。これらの技術は、小さな蓄電容量の小型軽量の電池によつて電力を供給される小型の携帯用記録装置を対象としている。従つて、消費電力の管理を効果的にすることは、このような装置に対してきわめて重要なことである。

【0004】 例えば、米国特許第 4161002 号は、消費電力を低減するために、ポーズ (一時停止) モードの間で回転式磁気ヘッドの駆動電力を減少する電池式テープ・レコーダが開示されている。米国特許第 4717968 号において、予め決められた時間の経過の後にユーザの指令なしで特別の静止状態に自動的に引き込まれる普通写真の記録及び再生用の磁気ビデオ・ディスク・プレーヤが開示されている。このディスク駆動装置のス

スピンドル・モータは消費電力を低減し、ディスクの磨耗を減少するために静止状態に停止される。特開平 3-186073号において、デジタル・イメージ記録及び再生装置中に記録媒体が存在する場合に第1の一定時間の間で動作が行なわれないときに電力を遮断し、装置中に記録媒体が存在しない場合に第2のより短い一定時間の間で動作が行なわれないときに電力を遮断する自動電源スイッチが開示されている。一定の遅延時間で電源を遮断する回路を持つ電池式カメラの他の例が米国特許第4250413号及び同第4269496号に開示されている。

【0005】フロッピー・ディスク駆動装置の消費電力管理装置は従来から知られている。例えば、米国特許第4376293号は、ディスクがスピンドルに装着された時にスピンドル駆動回路が自動的に付勢され、その後、適正なディスク・トラックへの中心付け及び最適な電力消費を保証するために予め決められた時間の経過後にスピンドル駆動回路が自動的に減勢される磁気ディスク装置が開示されている。米国特許第4635145号において、モータの駆動信号が所定の時間の間で受け取られなかつた時にはヘッド位置付けモータ及びスピンドル・モータの駆動回路から電力が除去される待機モードを有するフロッピー・ディスク駆動装置が開示されている。同じような装置が米国特許第4684864号及び同第4783706号と、特開平 1-13253号及び特開昭 62-262265号にも開示されている。これらすべての装置は、電源遮断機能を活性化するのに一定の遅延時間を用いている。

【0006】また、DASDのような硬質ディスク駆動装置の有用な種々の電力管理方法が提案されている。例えば、米国特許第4991129号において、ポータブル・コンピュータ中のディスク駆動装置の2つの動作モードを持つアクチュエータを開示している。この米国特許の装置は、ディスク駆動装置が電池で給電されている時、低い動作電圧及び電力を使用し、そして家庭用電源によつて給電されている時、高い動作電圧及び電力を使用している。特開平 4-102261号において、低電力動作モードの間でディスクの回転を保持するためにディスク面を時々「蹴る」ことによりディスク面上にヘッドを「浮上して」保持させることによつて、装置の一次電力が減勢された時に、接触による面接着 (contact surface stiction-CSS) を回避している双モード硬質ディスク駆動装置の電源遮断技術が開示されている。特開平 2-306483号において、第1の経過時間後にヘッドの動作モータの電源が遮断され、第2の経過時間後にスピンドル・モータの電源が遮断される2値の遅延時間方式が開示されている。最後に、特開平 2-306483号において、前のディスク・アクセスに続く単一の経過時間後に、ヘッドが着陸領域に移動され、そしてスピンドル・モータの電力が遮断されるCSS及び電力

制御方式が開示されている。

【0007】この分野の従来の技術はフロッピー・ディスク駆動装置の動作完了後の短時間経過後にスピンドル・モータ及び電子回路の大部分の電源を停止することであつた。同様に、硬質ディスク駆動装置においては、一定の経過時間に関連させて1つ、または2つの低電力動作モードを与えることが標準的な技術になつている。例えば、「Premier Technology LiteDrive」のレビュー (1987年9月29日のPCマガジン) と題する刊行物は、ユーザが介入することなく10分間の遅延後にマイクロコードの制御の下でディスク駆動装置の電源を遮断する硬質ディスク及びフロッピー・ディスクの両方の駆動装置用のマイクロコードを用いた電力管理システムを提案している。1987年4月のIBMテクニカル・ディスクロージャ・ブレティン第29巻第11号の4763頁において、一定時間の経過後のデフォルト値か、またはプログラムかはいずれかの制御の下で入ることのできる低電力の待機モードが提案されている。米国特許第4980836号において、選択された周辺装置が、予め設定された時間の間でアクセスされない時に全システムの電力を遮断することと、予め設定された時間の経過後に待機モードに入るためにシステム・クロックを停止することとを検出するために、アドレス・バスを監視する電池で給電されるコンピュータ用の消費電力制御システムが開示されている。この米国特許に開示された装置は、周辺装置のアクセス要求によるのではなく、待機スイッチを押圧することによつて活性化される。また、特開昭 63-224078号は待機モードに入るためのインターフェース回路を開示している。

【0008】米国特許第4649373号において、電力を節約するために、キーの打鍵の間で電源を遮断する待機モードに自動的に入るようにマイクロプロセッサを用いて自動的に接続される電池式キーボード入力装置が開示されている。米国特許第4933785号において、消費電力を低減するためのハードウェア及びソフトウェアを含むディスク駆動装置が開示されている。この米国特許は、ディスクへのアクセス要求の入力なしで、所定の遅延時間後に、駆動制御電子回路から電力を除去することを提案している。第2の付加的な遅延時間の経過後に、スピンドル・モータの電源が遮断される。この米国特許において、コントローラの電力を復帰させるよりも、スピンドル・モータの電源を遮断した後にスピンドル・モータの速度を定速度に復帰させる時間は、より多くの時間が必要であることを知っているので、スピンドル・モータの電源を遮断する前に制御電子回路の電源を遮断している。然しながら、最近のディスク・アクセスに続く所定の遅延時間は、他のディスク・アクセス要求が直ちに生じるであろう可能性を示す特に有利な方式ではないので、この米国特許の方法は最適な方法ではない。また、ディスク駆動装置を元の動作に迅速に復帰さ

せる能力がユーザにとって重要な要件なので、別個に電力を供給される素子の電源を選択的に遮断することは、ディスク駆動装置の消費電力を低減するための必ずしも最善の方法ではない。

【0009】携帯式のコンピュータは、装置の消費電力と性能との間の最善の妥協を見出すために幾つかの制御レベルを与えているけれども、従来の制御技術の第1のレベルは、必要のない機能動作を減勢して消費電力を低減する利点と、受忍可能な程度の性能低下の不利点とを勘案して制御プログラムを特定するようなユーザの人間性に依存するものである。第2の制御レベルは、システムの中で分離して別個に給電される素子に対して、動作停止モード及び動作準備完了モードのコマンドを送る時点を決めるために、クロック・データ、ユーザの入力及びデフォルト値を用いるコンピュータ・プログラムに依存するものである。加えて、別個に給電される素子は、より低い電力の動作モードに移動することによって電力を減少する時に内部及び外部インストラクションによって決定される。然しながら、従来技術の下においては、準備状態の低い電圧レベルへ移動するためのシステム及びサブシステムによる決定は、装置を最後に使用した時点から、予め決められた経過時間の遅延条件だけで行なわれている。また、別個に給電される素子の低下電力動作モードは「ゼロ電力」動作モードであり、「低下された電力」動作モードではない。

【0010】低下電力による幾つかの動作モードの間を選択するための策定計画は、直ちに発生されるであろうディスク・アクセス要求の可能性の検出とは別個の、通常、独立している問題に思える。然しながら、問題解決方法が別個の問題を生じるとしても、ディスク駆動装置の消費電力を最適化するために、両方の問題に対して調整された解決方法が必要である。例えば、一方においてエネルギーを節約し、他方において元の動作に迅速に復帰することができるように、マイクロプロセッサ及び駆動スピンドル・モータの両方を、低下された電力で動作することができる。低下された電力で動作するモードの決定は、ディスク駆動装置の動作に関係するホスト・コンピュータを介入させて、新しいディスク・アクセス要求が間もなく生じるであろう現在の確度を考慮すべきである。このような確度を設定する方法は、低下電力動作モードの順序を最適化するための技術に対して付加的なものである。

【0011】低減された消費電力と、ディスク駆動装置のアクセスの迅速性との間の最適なバランスを設定することのできるシステムの必要性があることは明らかである。複雑な複数モードの消費電力低減方式を提案している従来の技術は、予め決められているか、あるいは、ユーザが特定した一定の遅延時間に依存している。更に、減少される消費電力の幾つかの動作モードを通る過渡期の決定は、順応性がなく、既知のすべての電力管理シス

テムに従って予め決定されたものであり、従来の技術において、ディスク・アクセスのための急を要するコマンド(imminent command)の確度の変化に対して消費電力の減少順序を適用する手段、即ち電力を低下するスケジュールを適用する手段を与えたものはない。従来の技術で残されているこれらの未解決の問題及び非効率性は、本発明は以下に説明される態様で解決される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ディスク駆動装置アクセス動作の最近の履歴に関連させて消費電力を低減するタイミングをディスク駆動装置に適用することにある。本発明の特徴により、ディスク駆動装置の最後のアクセス動作の時点と、消費電力低減処理動作の時点との間の遅延時間は、ごく最近生じたディスク駆動装置の動作にตอบสนองして適正に増加され、そして、ごく最近生じたディスク駆動装置の動作停止にตอบสนองして効果的に減少される。

【0013】本発明の他の目的は、低減した消費電力による動作から全電力による動作に迅速に回復することのできる種々の消費電力低減モードを与えることにある。早い時期に消費電力低減モードにすることは、デジタル制御電子回路を、低下されたクロック速度で動作する制御を含むのが本発明の特徴である。このような状態において、モータの速度制御及びトラックの位置付けなどの重要なディスク駆動装置の動作は、僅かな性能変化で制御され、監視されると共に元の全電力による動作に急速に回復することができる。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、急を要するディスク・アクセスの確度(予想率)を設定するために、装置のエネルギー消費の経歴を測定することにより、そして、低下されたクロック速度を介してコントローラの電子回路中に消費電力低下モードを設定することによって上述の問題を解決している。ただし、低下されたクロック速度は、コントローラの性能を低下するけれども、消費電力が低下されている間でもコントローラは、モータの速度制御及びトラック位置付けを維持するために使用することのできる性能を保っている。本発明は、エネルギーの消費量が新しいディスク・アクセスの生じる確度の最良の目安であることを発見したことに基礎を置いている。平均消費エネルギーのレベルは、ディスク駆動装置のごく最近の活動がどのようであつたかを示しており、従って、装置の活動の経歴が、近い将来に生じる活動の確度を表わす。本発明は、動作電力モードの変化を検出するために、平均消費エネルギー・プロフィールと、予め決められた消費エネルギー閾値プロフィールとを比較する。消費エネルギー閾値プロフィールは、デフォルト値か、あるいはユーザの仕様のいずれかをを用いて予め決めることができる。

【0015】



【実施例】図1を参照すると、本発明のディスク駆動装置の電力管理システムを示すブロック図が示されている。ディスク駆動装置20はモード・コントローラ24を経て電源装置22から電力を受け取る。電源装置22からの電力は、ライン26を経て消費エネルギー監視装置28へ転送され、消費エネルギー監視装置28からライン30を経てモード・コントローラ24に転送される。モード・コントローラ24は、ライン30を介して入力された電力を、ライン32で代表される複数のラインを介してディスク駆動装置20に配分する。消費エネルギー監視装置28は、使用エネルギー量の信号34をフアジ理論の消費エネルギー比較器36に与える。フアジ理論の消費エネルギー比較器36は、モード選択信号38を発生して、必要な消費電力低減動作モードにするために、モード選択信号38をモード・コントローラ24に差し向ける。従つて、モード・コントローラ24は、フアジ理論の消費エネルギー比較器36からのモード選択信号38にตอบสนองしてディスク駆動装置20の全電力動作モードか、または消費電力低減動作モードかを選択することが理解できる。

【0016】図2はディスク駆動装置20用の幾つかの有用な消費電力低減動作モードを一覧表に配置した図である。図2に示した動作モードの割り当ては、本発明を説明するために例示的に示したものであり、ディスク駆動装置20は図2に示した動作モードよりも少ない態様でも、それよりも多い態様でも動作することができる。例えば、図2に示した動作モード「1」は、消費電力の低減を伴わない全電力動作モード「0」の後の最も早期に生じる消費電力低減動作モードであるとして示されている。動作モード「1」は、マイクロプロセッサのクロックを低下された周波数で動作することにより得られた消費電力の減少で動作するモードのマイクロプロセッサ・コントローラとして示されている。次の動作モード「2」はスピンドル・モータの消費電力を低減している。従つて、図2に示した動作モードの例示において、モード・コントローラ24は、マイクロプロセッサ・コントローラ40の消費電力を先ず減少するけれども、コントローラ24は、スピンドル・モータ42及びアクチュエータ・モータ44に対する管理を従来通りに制御するのに十分な制御能力を保っている。若しディスク駆動装置20が動作モード「1」の間で新しいアクセス・コマンドを受け取ったならば、ディスク駆動装置20は、例えば、アクチュエータ・モータ（ディスク面上でヘッドを移動する駆動装置）44を再度位置付けるのに殆ど遅延なしで全電力動作モード「0」に復帰することができる。

【0017】図2の動作モード「2」は、スピンドル・モータ42の消費電力を低減することによつて動作モード「1」よりも電力を低下するので、スピンドル・モータ42の速度は低下する。従つて、新しいアクセス・コ

マンドの受領にตอบสนองして、消費電力低減動作モード

「2」から全電力動作モードまでの過渡的遷移は、スピンドル・モータの完全停止状態ではない半分の電力による速度からスピンドル・モータの加速を与えることによつて迅速に回復することができる。同様に、動作モード「3」は、スピンドル・モータ42の電力を半分に保つたまま、マイクロプロセッサ・コントローラ40からすべての電力を除去する。消費電力低減動作モード「4」においてのみ、スピンドル・モータ42からすべての電力が除去されて、スピンドル・モータは完全に停止する。最後に、動作モード「5」は、ディスク・アクセスの新しい要求にตอบสนองするのに必要な電力を除いてディスク駆動装置20からすべての電力が除去される「冬眠」モードを表わしている。

【0018】スピンドル・モータに対して消費電力を減少するときには、減速しているディスク面にヘッドが衝突するのを防ぐためにアクチュエータ・モータ44に他のコマンドが必要である。また、スピンドル・モータのアイドル時に読み取り及び書き込みチャネルの電力がサーボ・パルス間で除去される所謂「こま切れ」読み取り及び書き込みチャネルの電力節約モードのような有用な動作モードを含んで、有用なすべての消費電力低減動作モードを、図2に示したテーブルに付加することができる。本発明の方法は特定の消費電力低減動作モードに限定されるものではない。

【0019】図2に示した動作モードの数及び動作順序は、単なる例示目的で示したものであるけれども、半分の消費電力動作モード「1」及び「2」の利用性及び動作順序は、これら両方の動作モード「1」及び「2」がディスク駆動装置20の利用性に対する影響が最小で、しかも電力を節約するから、本発明の重要な特徴を示している。

【0020】図3を参照すると、図1のエネルギー監視装置28及びフアジ理論の消費エネルギー比較器36の良好な実施例が示されている。消費エネルギー・レジスタ46は、ディスク駆動装置20に対して平均消費エネルギー値Eバー（本明細書において、Eの上部に横線を付けた記号をEバーと言う）を表わすバイナリ信号48を含んでいる。Eバーの値を表わすバイナリ信号48はクロック52によつて決められる通常状態においてコントローラ50によつて検査される。消費エネルギー・レジスタ46は、ディスク駆動装置の活動にตอบสนองして歩進ロジック54によつて特定されるバイナリ値N<sub>i</sub>によつて、定期的にシフトされ増加される。図4を参照すると、ディスク駆動装置の幾つかの動作に必要な見積られた消費エネルギーの量に対応するN<sub>i</sub>値の例が示されている。図4に示したN<sub>i</sub>値は、1つのクロック期間の間の対応する動作の相対的な消費エネルギーの量を表わすように選ばれている。レジスタ46がオーバーフローした時、オーバーフロー・リセット回路56が消費エネルギー・レジスタ4

6をバイナリ「1」にリセットする。

【0021】クロック52にตอบสนองして、エネルギーレジスタ46の内容は、1ビットだけ右方にシフトされ、そして、消費エネルギー閾値発生器60によつて発生される消費エネルギー閾値プロフィール信号58と比較される。コントローラ50は1つのクロック期間の間で、平均消費エネルギー値E<sub>バー</sub>を表わすバイナリ信号48と、消費エネルギー閾値プロフィール信号58とを比較して、バイナリ信号48の値が消費エネルギー閾値プロフィール信号58の値以下に降下した時、ディスク駆動装置20中に状態変化を命令するためのモード選択信号38を発生する。消費エネルギー・レジスタを右方へシフトさせる理由は、長時間経過して減衰した消費エネルギー値が平均消費エネルギー値E<sub>バー</sub>に対して与える影響を小さくするためである。

【0022】図5は温度センサ62に基づく図1の消費エネルギー監視装置28のアナログ式の消費エネルギー監視装置の実施例を示す図である。抵抗64の温度が装置20の減衰された平均消費エネルギー値を表わすように、ディスク駆動装置20のすべての電力は、温度センサ62に物理的に結合されている抵抗64の中を通過する。ディスク駆動装置20のごく最近の動作は高い温度を与え、この温度は時間の経過と共に減衰する。温度センサ62からの温度信号66は2重比較器68に与えられ、2重比較器68は2つの閾値温度T<sub>1</sub>及びT<sub>2</sub>と比較される。若し温度信号66が閾値温度T<sub>1</sub>よりも小さければ、2重比較器68はスイッチSW<sub>1</sub>を開き、例えば、ディスク駆動装置20中の制御電子回路（図示せず）から電力を除去する。同様に、若し温度信号66が閾値T<sub>2</sub>よりも小さければ、2重比較器68はスイッチSW<sub>2</sub>を開き、これにより、例えばディスク駆動装置20中のスピンドル・モータへの電力を遮断する。

【0023】図6を参照すると、図5に示した回路の動作を説明するためのグラフが示されている。抵抗64の温度はカーブ70として示されており、これはディスク駆動装置20の平均消費エネルギーが時間とともに減衰することを表わしている。従つて、図6に示した温度T<sub>0</sub>は、ディスク駆動装置がある動作をした後に持つ温度信号66を表わしている。ディスク駆動装置の使用が停止された時、抵抗64の熱は周囲の環境に発散して、抵抗64の熱は図6の実線で示したカーブ70によつて示されたように温度T<sub>0</sub>から降下する。カーブ70が第1の閾値T<sub>1</sub>以下に降下した時、スイッチSW<sub>1</sub>が開く。カーブ70が第2の閾値以下に降下すると、SW<sub>2</sub>が開く。スイッチSW<sub>1</sub>及びSW<sub>2</sub>の両方が開くと、カーブ70は、最小の温度、即ち図6に示した「冬眠」温度まで次第に降下する。「冬眠」温度は、ディスク駆動装置を全電力動作モードに復帰する次のアクセス・コマンドが受け取られるまで一定にとどまる。

【0024】図6に示した第2の破線カーブ72は、異

なつたディスク・アクセスの動作順序を示したものであり、ディスク駆動装置20の消費電力を低減するタイミングが異なつた動作経歴に対してどのように適用されるかを説明する図である。カーブ72及び70が第1の閾値T<sub>1</sub>以下に降下した時、ディスク駆動装置は活動状態にはないから、カーブ70はそのまま低下して、結局、図6の点Aにおいて第2の閾値T<sub>2</sub>と交差する。然しながら、この場合、短時間のディスク・アクセス動作に関しては2重比較器68を無視して、ディスク駆動装置20を全電力動作モードに復帰する新しいディスク・アクセスが発生したので、カーブ72は上昇し始める。ディスク駆動装置20が全電力動作モードで動作した時、カーブ72は抵抗64の温度増加に追従して上昇し始める。抵抗64の温度は第1の閾値T<sub>1</sub>以上には上昇しないから、新しいアクセス・コマンドの終了直後においても消費電力低減動作モードが選択されており、カーブ72を第2の閾値T<sub>2</sub>の方に再度降下させ、その結果、カーブ72は図6の点Bにおいて第2の閾値と交差する。従つて、ごく最近生じた上述のディスク・アクセスが短時間だつたので、カーブ72に関してごく最近生じたディスク・アクセス動作に続いて遅延を生じることなくスイッチSW<sub>1</sub>は開かれているが、他方、カーブ70に関して付加的に生じた使用経歴から生じた温度上昇のために、カーブ70により可成りの長さの遅延が与えられることになる。また、上述のようにディスク駆動装置の動作が異なつていたので、SW<sub>2</sub>は、カーブ70の場合と比較して、カーブ72のために可成り遅れて開かれる。

【0025】図7は図5に示した回路の他の動作態様を説明するためのグラフである。図7に示したカーブ71は抵抗64の第1のプロフィール温度を表わし、カーブ73は抵抗64の第2のプロフィール温度を表わしている。カーブ71は0時間における「温度B」の温度値を持ち、カーブ73は同じ時間において「温度A」の低い温度値を持つている。例示的に示した2つの異なつたアクセス経歴に関するカーブ71及び73によつて示されているように、2つの温度プロフィールに対して2つの異なつた温度値がある。つまり、この差が生じるのは、時間「0」において低いレベルのアクセス活動の経歴を示すカーブ73をカーブ71と比較して、カーブ71がより高いアクセス活動の経歴を持つているからである。

【0026】説明を簡単にするために、図7は、時間「0」以降にはアクセス活動を持たない抵抗64の温度を示している。従つて、カーブ71は、時間B1において第1の閾値T<sub>1</sub>と交差するまで減少していく。カーブ73は時間A1において第1の閾値T<sub>1</sub>と交差するが、時間A1は時間B1よりも可成り早い時間である。従つて、スイッチSW<sub>1</sub>の解放は、ディスク駆動装置20が高いアクセス活動を持つている時には、最後のアクセス・コマンドに続いて可成り長く遅延されることは容易に理解できる。同様に、カーブ73は、カーブ71が第2

の閾値 $T_2$ と交差した時の時間 $B_2$ よりも可成り早い時間 $A_2$ において第2の閾値 $T_2$ と交差する。従つて、後者のモード変化は、時間0の前に発生された高いアクセス活動によつても遅延される。この例は本発明の方法の特徴を示している。

【0027】図8及び図9は $z$ 変換表記法に基づいた消費エネルギー監視装置28の2つの実施例を示す図である。図8において、遅延レジスタ74を代表として示した遅延レジスタのグループに示されている。現在の消費エネルギー要求信号 $E_d(k)$ は遅延レジスタ74の入力として示され、遅延レジスタ74の出力は前のサンプル時間の間で入力され、遅延された消費エネルギー要求信号 $E_d(k-1)$ を表わす。デジタル信号の技術分野で広く知られているように、遅延レジスタ74は入力において並列のデジタル・データを受け取るバイナリ信号レジスタとして実施することができ、遅延レジスタ74は、次の遅延レジスタ76に対してそのバイナリ・データを与える前に、1サンプル・クロック期間の間、そのバイナリ・データを保持する。この回路構成の機能は、最も古い $E_d(k)$ の値から最も新しい $E_d(k)$ の値までの一連の $N=k+1$ 個の消費エネルギー要求信号のサンプル値を加算回路78へ与えることである。加算回路78の出力は、図1に示したディスク駆動装置20のために測定されたエネルギー要求の前の $N$ 個のサンプル値の算術的平均値 $E_i$ パー(n)を表わす平均消費エネルギー信号80を発生するために、 $N$ で割り算される。平均消費エネルギー信号80は新しい各サンプル・クロック信号期間の開始点において新しい値に更新される。遅延レジスタ74を代表として示されているレジスタのグループは、電力上昇の時点において「パワー・オン・リセット(POR)」信号82によつてリセットされる。

【0028】図9は本発明の装置により使用するのに適したデジタル式の消費エネルギー監視回路の $z$ 変換装置の実施例を示す図である。図9に示した実施例と図8の実施例との間の主要な相異は、図8に示した実施例における平均消費エネルギー値 $E_i$ パー(n)の信号80が前の $N$ 個のサンプル値のすべてに等しい重み付けを与えられていたのに反して、図9の実施例の $E_i$ パー(k-1)信号の値は、そのサンプルの時点における各サンプル値を減衰していることである。これは、遅延レジスタ86の出力信号88の値 $E_d$ パー(k-1)を、加算回路84において、消費エネルギーの新しいサンプル値 $E_d(k)$ に加えることによつて達成され、この $E_d(k-1)$ 値は消費エネルギーの前のすべてのサンプル値からの影響を組み入れた減衰平均消費エネルギー量を表わしている。新しいサンプル値 $E_d(k)$ と信号88の値との和は、サンプル信号88の値と減衰係数 $\lambda_1$ との積を差し引くことによつて減衰される。従つて、各サンプル時間の間に対して、減衰係数 $\lambda_1$ と $E_d$ パー(k-1)値との積は $E_d$ パー(k)値から差し引かれて遅延レジスタ8

6の中に再入力される。これは、古いすべてのサンプル値が消滅するまで、消費エネルギーの古いサンプル値を連続して減少し、これにより、本発明に従つて、古い過去に用いられたデータを「減衰(bleeding-off)」させて最近に用いられた経歴だけを強調する。

【0029】また、図9は、遅延レジスタ92の中に含まれた前のすべてのサンプル値 $E_{TOTAL}$ の合計値に新しい消費エネルギーのサンプル値 $E_d(k)$ を連続して加える加算回路90を示している。合計の消費エネルギー信号94は、図8において加算されたサンプルの数を表わすスケーリング係数 $N$ により計算された図8の平均消費エネルギー信号80とは異なっている。遅延レジスタ86及び92はオーバーフロー及び電力上昇の時点でリセットされる。

【0030】図10は図8及び図9に示したいずれの実施例にも使用できる幾つかの消費エネルギー信号値 $E_{OPi}$ を例示する表である。図10に示した $E_{OPi}$ の値は、図中に記載された各 $E_{OPi}$ 動作の相対的な消費エネルギーを示すために選択される。図10に示したような簡単なルックアップ・テーブルを使用することは、実際のエネルギー消費量の測定を必要としないから、図8及び図9に示した実施例の実用化を簡単にする。

【0031】図11に示したグラフは、図8及び図9の実施例の動作を説明するための図である。カーブ96及び98の両方は、異なつた動作経歴における消費エネルギーの合計値を示している。信号80及び88(図8及び図9)は、図1のディスク駆動装置20の中で発生する活動が殆どない場合に、時間の経過と共に減少していく関数を持つている。時間の経過と共に、アクセス・コマンドがないことは、カーブ96及び98によつて表わされる平均消費エネルギー・ $E_i$ パーが第1の消費エネルギー閾値 $E_{i1}$ と交差することになり、これは、図1に関して上述した態様でモード変換コマンドを付勢する。次に、カーブ96及び98は第2の消費エネルギー閾値 $E_{i2}$ と交差し、これは、他のモード変更コマンドを付勢する。動作モード変更の消費エネルギー閾値の数及びカーブ96及び98の特性は、本発明の実施例を説明する目的のみで例示したものである。

【0032】図12は図1に示した消費エネルギー監視装置28として適用するのに適したアナログ式の消費エネルギー監視装置の他の実施例を示す図である。図12は、ユーザにより予め決められるか、特定されるかのいずれでもよい1つ、またはそれ以上の消費エネルギー・プロフィールと、実際の使用エネルギーの特性とを比較するための回路の実施例である。一般的に、予め決められた消費エネルギー・プロフィール $E_{Ti}$ は下記の形式の指数配列として表わされる。

【0033】

【数2】

15

$$E_i(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n \quad (\text{式1})$$

【0034】係数 $\{a_i\}$ は、予測された使用パターンに基づくか、またはソフトウェアを介してユーザにより特定されるか、変化する使用パターンの適応関数でもよい係数であつて、ディスク駆動装置の製造者によつて事前に設定することができる。

【0035】図12において、 $I_c$ は消費電力（即ち、消費エネルギー値 $E_c(t)$ ）に比例関係に保持されているコンデンサCの充電電流である。電流 $I_0$ は、予め決められた上述の消費エネルギー・プロファイル $E_{ri}$ に比例関係に維持されている放電電流である。コンデンサCに印加される電圧100は、図13に示されているように、電池の電圧 $V_{bb}$ に等しい電圧に設定するために、簡単なスイッチ102をオンにすることによつて先ず初期化される。スイッチ102は、回路の動作中の所望の時点で電圧100の値をリセットするために使用することができる。

【0036】比較回路104及び106は、電圧100と、ディスク駆動装置によつて与えられる予め決められた幾つかの消費エネルギー・プロファイル $E_{ri}$ を表わす電圧 $V_{ri}$ との間の比較を表わす出力を発生する。図13は、電圧100が2つの例示的な消費エネルギー・プロファイル $E_{r1}$ 及び $E_{r2}$ と交差する時、比較器104の2つの交差点Bと、比較器106の1つの交差点Aにおける状態変化を示す図である。消費エネルギー・プロファイルが、図13に示した消費エネルギー・プロファイル $E_{ri}$ 及び上記の式1によつて示されるように時間の関数として構成することができるのは、本発明の重要な特徴である。

$$\bar{E}(t) = \frac{\beta}{T} e^{\alpha T} \int E(t) e^{\alpha T} dt \quad (\text{式2})$$

【0040】図14において、Eは、図3において示した消費エネルギー・レジスタ46のような「エネルギー」レジスタの内容の値を表わす。ステップ108において、Eは、全電力に上昇させるために必要な開始名目エネルギー値を表わす $P_i$ によつて増加される。ステップ110において、トラック探索の調整動作などを含むすべての名目開始動作が達成される。ステップ112において、 $I_i$ 値は動作トラック位置における関連スピンドル・モータのアイドル電力を表わすトラックアップ・テーブルから検索される。これを換言すれば、スピンドル・モータの電力を全電力に上昇させる場合のスピンドル・モータのアイドル消費電力値 $I_i$ はヘッドのアクチュエータがどの位置のトラック上にあるかに従つて変化するということである。

【0041】ステップ114において、Eの値は、現在の時間間隔の間のスピンドル・モータのアイドルの消費エネルギー値を表わす $I_i$ によつて増加される。ステップ116において、Eは、 $I_i$ よりも大きい減衰値 $B_{li}$ の

16

\*【0037】図14は、上述した消費エネルギー監視装置と同じような本発明のデジタル方式の消費エネルギー監視装置をディスク駆動装置中で使用する方法を説明するための流れ図である。図14を説明するために以下の符号を定める。

$P_i$  = 電力上昇動作のために必要な名目エネルギー値

$S_i$  = 1単位の時間間隔の間で探索動作のために必要な名目エネルギー値

10  $R_i$  = 1単位の時間間隔の間で読み取り動作のために必要な名目消費エネルギー値

$W_i$  = 1単位の時間間隔の間で書き込み動作のために必要な名目エネルギー値

$I_i$  = 1単位の時間間隔の間でスピンドル・モータを全速でアイドルするために必要な名目エネルギー値

$C_i$  = 1単位の時間間隔の間だけで制御電子回路が必要とする名目エネルギー値

【0038】消費エネルギー・レジスタの内容が古いサンプル値を減衰するための時間の間で一定に減衰される場合において、上述の値の各々を、ある最大値まで加算するために、消費エネルギー・レジスタを用いることが、図14の中に示されている方法の重要な点である。従つて、消費エネルギー・レジスタの内容は上述の平均減衰エネルギーの値と等価であり、減衰された平均消費エネルギー値は、一般的に、時間の経過と共に減衰された消費エネルギーの積分値として、下記の数式3で表わすことができる。

【0039】

\*【数3】

値だけ減少される。減衰値 $B_{li}$ の値は、スピンドル・モータのアイドルの消費エネルギー値よりも大きくなければならず、この値はEの中に含まれた経時的要素の指数関数的減衰をシミュレートするよう調節されるのが良い。この調節は、減衰値 $B_{li}$ を $\alpha E$ にリセットするステップ118により示されている。

40 【0042】ステップ120において、ディスク駆動装置において必要な動作が要求されているか否かがテストされる。若しディスク駆動装置が動作を要求しているならば、図示されているように、制御はA2に続く。現在のサンプル時間の間で、若しディスク駆動装置に動作要求がなければ、ステップ122において、使用する閾値 $E_{ri}$ よりもEが小さいか否かをテストする。若しEが $E_{ri}$ よりも低下していれば、動作状態は変更されなければならない、制御は、次に低い電力状態に電力降下を開始するステップ124に進む。若し閾値に未だ達していなければ、ステップ122はステップ114に戻り、他のサンプル時間を開始し、そして、次のサンプル時間のため

の処理ループを通じて処理が繰り返される。

【0043】この処理動作の説明を簡単にするために、ステップ124において、スピンドル・モータの電力が除去されて、スピンドル・モータをアイドルさせるための消費電力が0に減少したものと仮定する。この動作状態の変化は、エネルギー値 $C_i$ 以上を必要とすると決められている制御電子回路のエネルギーだけを残すことになる。従つて、図14のステップ126において、現在のサンプル時間の間で必要とされる制御エネルギー $C_i$ だけをEの値に加える。ステップ128において、Eは、 $C_i$ の値よりも大きい第2の減衰値 $B_{12}$ だけ減少される。再言すると、上述したように、減衰値 $B_{12}$ は、減衰値B<sub>1</sub>と関連して指数関数的減衰をシミュレートするように調節されている。これは、減衰値 $B_{12}$ が $\beta E$ に等しい値にリセットされるステップ130において行なわれる。上述の場合、 $\beta$ は $\alpha$ に等しくなくともよい。

【0044】ステップ132において、上述したステップ120と同じ機能が遂行され、若しディスク駆動装置の動作が要求されているならば、制御は図示のようにA2に進む。若しディスク・アクセス動作の要求がなければ、ステップ134において、Eと第2の閾値 $E_{12}$ とが比較され、そして、若しEがこの第2の閾値以下に低下していれば、「冬眠」状態になる。ステップ136は、冬眠状態に電力を低下するが、ステップ120及び132と同じ機能を行なうステップ138を実行するのに十分な電力を残している。若しEが第2の閾値 $E_{12}$ 以下に低下していなければ、制御ステップ126に戻り、処理ループは次に続く時間間隔のために処理を繰り返す。

【0045】図14において、A2への移動は、全電力動作状態（図示せず）に電力を上昇するステップ140において、要求された動作の実行を行なう。ディスク駆動装置の動作が終了した後、ステップ142において、Eは、読み取り、書き込み動作や、トラック探索動作などのための上述のリストに記載されたような動作のために見積られたエネルギー値（図10を参照）である $E_{opi}$ の値を増加される。

【0046】ステップ142の処理後に、ステップ144において、Eは最小値 $E_{min}$ と比較され、若しEが $E_{min}$ を超過していなければ、ステップ146において、 $E_{min}$ の値にセットする。若し多数の活動があれば、消費エネルギー・レジスタの内容Eは、最大値 $E_{max}$ （図示せず）に飽和する。これは、爆発的に生じた活動のピークの間で過剰な消費エネルギーのだれを回避する。その後、制御は、トラックアップ・テーブルを用いた現在のトラック・バンドに従ったスピンドル・モータのアイドル用消費エネルギー値 $I_i$ を選択するために、ステップ112を直接に実行する。その後、処理手順は、上述したと同じように進められる。

【0047】本発明の上述の説明から、全電力の一部分によるスピンドル・モータの動作を与える付加的な分岐

路や、全電力の一部分を用いるマイクロプロセッサの動作路は、上述した一般的なアーキテクチャを使用して、図14に示した流れ図に付加することができるのは自明であろう。

【0048】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0049】（1）別個に給電される複数のコンポーネントを有する装置において、各々がある量の消費エネルギーを消費することとなる複数の複数の動作をコマンドによつて実行するための方法であつて、上記装置は複数の動作モードを持ち、各動作モードは上記別個に給電されるコンポーネントの間での所定の複数の電力割当のうちの1つに対応しており、上記方法はさらに、（a）1つ、またはそれ以上の上記動作を命令するコマンドに応答して、すべての上記別個に給電される素子に対する全動作電力の割当に対応する全電力動作モードを選択するステップと、（b）上記装置による上記消費エネルギーの合計量を表わす第1の信号値 $E(t)$ を時間の関数として発生するステップと、（c） $\alpha$ 及び $\beta$ を正の整数として、上記第1の信号値 $E(t)$ の時間と共に減衰された平均消費エネルギー値を表わす第2の信号値 $E_{bar}(t)$ を、下記の数式に従つて発生するステップと、  
【数4】

$$\bar{E}(t) = \frac{\beta}{T} e^{\alpha T} \int E(t) e^{-\alpha T} dt$$

（d）上記第2の信号値 $E_{bar}(t)$ と複数の消費エネルギー閾値プロフィールとを比較して、モード選択信号を発生するために比較結果を組み合わせるステップと、（e）上記モード選択信号に応答して上記動作モードの内の1つを選択するステップと、（f）上記1つまたはそれ以上の動作に対する上記コマンドを受け取るまで上記ステップ（b）乃至（f）を繰り返して遂行するステップとを有する電力消費の管理方法。

（2）上記ステップ（d）は、（d1）上記第2の信号値 $E_{bar}(t)$ に応答して上記消費エネルギー閾値プロフィールを調節するステップを含む（1）に記載の消費電力の管理方法。

（3）上記消費エネルギー閾値プロフィールは上記第2の信号値 $E_{bar}(t)$ に応答した値に減少されることを含む（2）に記載の消費電力の管理方法。

（4）上記装置はデータ・ストレージ・ディスク駆動装置を含む（1）に記載の消費電力の管理方法。

（5）上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置は硬質磁気ディスク媒体を含む（4）に記載の消費電力の管理方法。

（6）上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置は光学式データ・ストレージ媒体を含む（4）に記載の消費電力の管理方法。

（7）別個に給電される複数の素子を有するデータ・

ストレージ・ディスク駆動装置において、電源から動作電力を受け取る電力入力手段と、1つの時間間隔の間で上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置により消費される平均消費電力を表わす使用エネルギー信号値Eバーを発生するための、上記電力入力信号に接続された消費エネルギー監視手段と、複数の使用エネルギー閾値信号の1つを越えた上記使用エネルギー信号値Eバーに対応するモード・コマンド信号を複数個発生するための、上記消費エネルギー監視手段に接続された比較手段と、上記別個に給電される素子の内の選択された素子を上記電力入力手段に接続することを表わす複数の動作モードの内の1つの動作モードを、上記モード・コマンド信号に回答して、上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置に対して選択するための、上記比較手段及び上記電力入力手段に接続されたモード制御手段とからなるディスク駆動装置。

(8) 上記モード制御手段は、上記複数のモード・コマンド信号の最近の値に回答して1つの上記動作モードを選択するためのファジィ論理手段を含む(7)に記載のディスク駆動装置。

(9) 上記比較手段は、上記少なくとも1つの使用エネルギー閾値信号の値は上記1つの動作モードの選択に回答して時間の経過とともに変化するように、上記複数の使用エネルギー閾値信号の少なくとも1つを発生する発生手段を含む(7)に記載のディスク駆動装置。

(10) 上記別個に給電される素子の少なくとも1つは低下された電力で動作されるように、上記複数の動作モードは一部電力消費モードを含む(7)に記載のディスク駆動装置。

(11) 上記使用エネルギー閾値信号は上記動作モードの選択の履歴に回答して調節されることを含む(9)に記載のディスク駆動装置。

(12) 別個に給電される複数の素子を含む直接アクセス・ストレージ装置(DASD)において、電源から動作電力を受け取る電力入力手段と、1つの時間間隔の間で上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置により消費される平均消費電力を表わす使用エネルギー信号値Eバーを発生するための、上記電力入力信号に接続された消費エネルギー監視手段と、複数の使用エネルギー閾値信号の1つを越えた上記使用エネルギー信号値Eバーに対応するモード・コマンド信号を複数個発生するための、上記消費エネルギー監視手段に接続された比較手段と、上記別個に給電される素子の内の選択された素子を上記電力入力手段に接続することを表わす複数の動作モードの内の1つの動作モードを、上記モード・コマンド信号に回答して、上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置に対して選択するための、上記比較手段及び上記電力入力手段に接続されたモード制御手段とからなる直接アクセス・ストレージ装置。

(13) 上記モード制御手段は、上記複数のモード・

コマンド信号の最近の値に回答して上記動作モードの1つを選択するためのファジィ論理手段を含む(12)に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

(14) 上記比較手段は、上記少なくとも1つの使用エネルギー閾値信号の値は上記1つの動作モードの選択に回答して時間の経過とともに変化するように、上記複数の使用エネルギー閾値信号の少なくとも1つを発生する発生手段を含む(12)に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

(15) 上記複数の動作モードは、少なくとも1つの上記別個に給電される素子が低下された電力で動作されるように、一部電力の動作モードを含む(12)に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

(16) 上記少なくとも1つの使用エネルギー閾値の信号は上記動作モード選択の履歴に回答して調節されることを含む(14)に記載の直接アクセス・ストレージ装置。

(17) 別個に給電される複数の素子を含む光学ディスク・データ・ストレージ装置において、電源から動作電力を受け取る電力入力手段と、1つの時間間隔の間で上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置により消費される平均消費電力を表わす使用エネルギー信号値Eバーを発生するための、上記電力入力信号に接続された消費エネルギー監視手段と、複数の使用エネルギー閾値信号の1つを越えた上記使用エネルギー信号値Eバーに対応するモード・コマンド信号を複数個発生するための、上記消費エネルギー監視手段に接続された比較手段と、上記別個に給電される素子の内の選択された素子を上記電力入力手段に接続することを表わす複数の動作モードの内の1つの動作モードを、上記モード・コマンド信号に回答して、上記データ・ストレージ・ディスク駆動装置に対して選択するための、上記比較手段及び上記電力入力手段に接続されたモード制御手段とからなる光学ディスク・データ・ストレージ装置。

(18) 上記モード制御手段は、上記複数のモード・コマンド信号の最近の値に回答して上記動作モードの1つを選択するためのファジィ論理手段を含む(17)に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

(19) 上記比較手段は、上記少なくとも1つの使用エネルギー閾値信号の値は上記1つの動作モードの選択に回答して時間の経過とともに変化するように、上記複数の使用エネルギー閾値信号の少なくとも1つを発生する発生手段を含む(17)に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

(20) 上記複数の動作モードは、少なくとも1つの上記別個に給電される素子が低下された電力で動作されるように、一部電力動作モードを含む(17)に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

(21) 上記少なくとも1つの使用エネルギー閾値信号は上記動作モード選択の履歴に回答して調節されることを



含む(19)に記載の光学ディスク・データ・ストレージ装置。

【0050】

【発明の効果】本発明によつて、電子機器により消費される電力を管理する従来のすべての技術により得られる消費電力量よりも遥かに大きな量の電力を効率的に節約することができ、しかもこれらの電子機器の性能を殆ど低下することがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のディスク駆動装置の良好な実施例を説明するブロック図である。

【図2】図1の実施例のディスク駆動装置で使用される複数の消費電力低減動作モードを説明する図である。

【図3】本発明の装置で使用されるデジタル式の消費エネルギー監視装置の実施例を説明するためのブロック図である。

【図4】図3の消費エネルギー監視装置の歩進ロジック部分で使用するのに適したデジタル歩進値 $N_j$ を示す図である。

【図5】本発明の装置で使用されるアナログ式の消費エネルギー監視装置の実施例を説明するためのブロック図である。

【図6】図5のアナログ式の消費エネルギー監視回路の動作を説明するためのグラフである。

【図7】図5のアナログ式の消費エネルギー監視回路の動作を説明するためのグラフである。

【図8】本発明の装置で使用されるデジタル式の消費エネルギー監視装置の第1の実施例を説明するためのブロック図である。

【図9】本発明の装置で使用されるデジタル式の消費エネルギー監視装置の第2の実施例を説明するためのブロック図である。

【図10】図7及び図8に示した消費エネルギー監視装置で使用するのに適した消費エネルギー値の歩進係数 $E_{OPj}$ を示す図である。

【図11】本発明のデジタル式の消費エネルギー監視装

置の動作を説明するためのグラフである。

【図12】本発明の装置で使用するためのアナログ式の消費エネルギー監視装置の他の実施例を説明するためのブロック図である。

【図13】図12のアナログ式の消費エネルギー監視装置の動作を説明するためのグラフである。

【図14】本発明に従った消費電力低減方法の実施例を説明するための流れ図である。

【符号の説明】

- 10 20 ディスク駆動装置
- 22 電源装置
- 24 モード・コントローラ
- 28 消費エネルギー監視装置
- 36 消費エネルギー比較器
- 38 モード選択信号
- 40 マイクロプロセッサ・コントローラ
- 42 スピンドル・モータ
- 44 アクチュエータ・モータ
- 46 消費エネルギー・レジスタ
- 20 48 バイナリ信号
- 50 コントローラ
- 52 シフト用クロック
- 54 歩進ロジック
- 56 オーバー・フロー・リセット回路
- 58 消費エネルギー・プロフィール信号
- 60 消費エネルギー閾値発生装置
- 62 温度センサ
- 64 抵抗
- 66 温度信号
- 30 68 2重比較器
- 74、76、86、92 遅延レジスタ
- 78、84、90 加算回路
- 80 平均消費エネルギー信号
- 82 パワー・オン・リセット信号
- 102 スイッチ
- 104、106 比較器

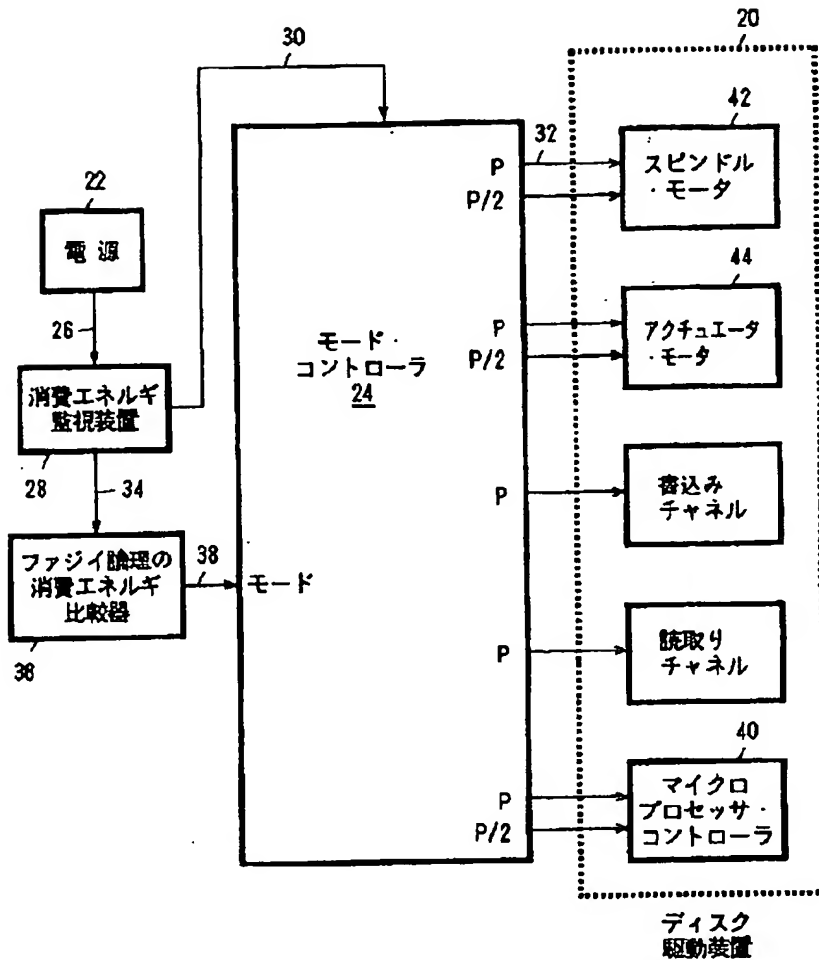
【図2】

動作 モード	モード・コントローラのコマンド信号
0	全電力動作
1	マイクロプロセッサのクロックの電力を半分にする
2	スピンドル・モータの電力を半分にする
3	マイクロプロセッサの電力を遮断する
4	スピンドル・モータの電力を遮断する
5	モード・コントローラだけに電力を供給する(冬眠状態)

【図4】

OP	$N_j$
探索	100
読取り	85
書き込み	110
アイドル	50

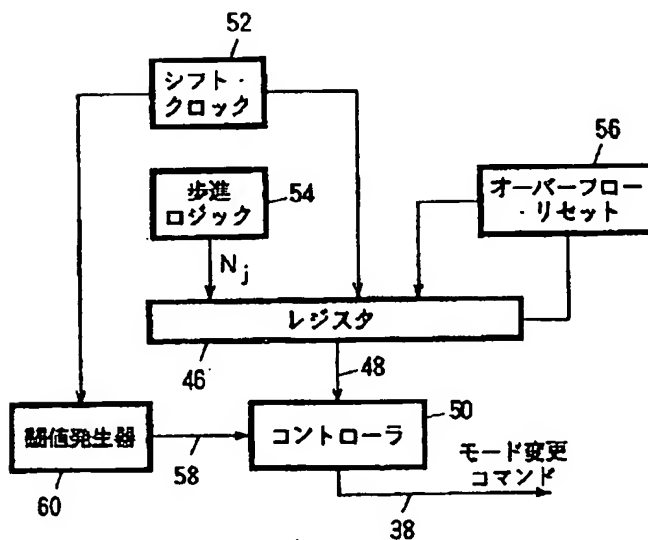
【図1】



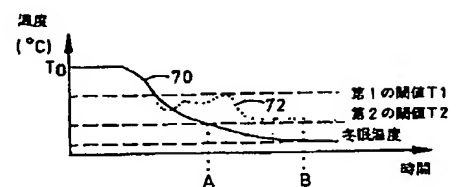
【図10】

$E_d - E_{OPj}$	OPj	動作	$E_{OPj}$
1	1	モータ始動	10
2	2	検索	9
3	3	書き込み	6
4	4	読取り	5
5	5	T/F	4
6	6	アイドル	3
7	7	冬眠	1

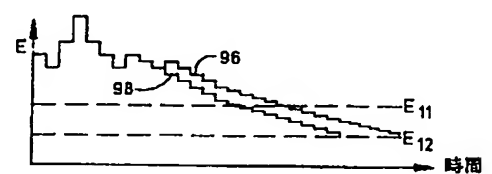
【図3】



【図6】

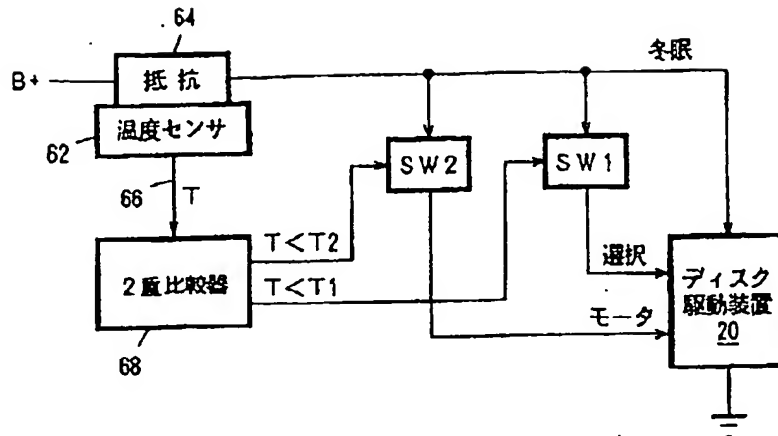


【図11】

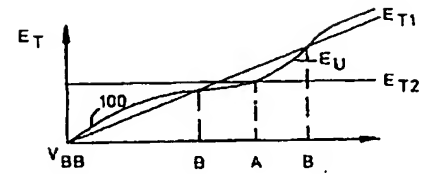




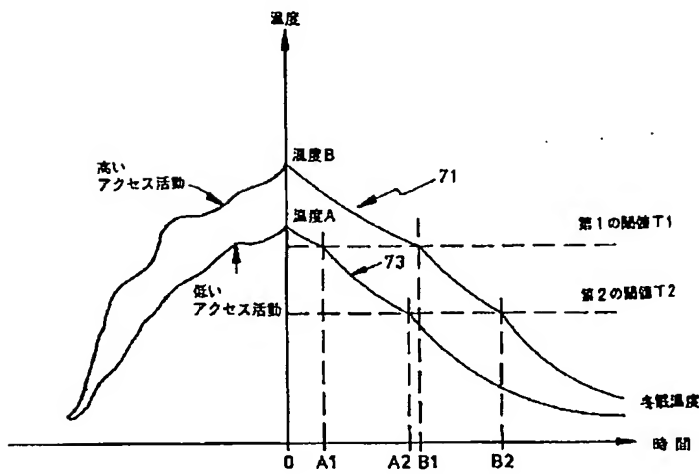
【図5】



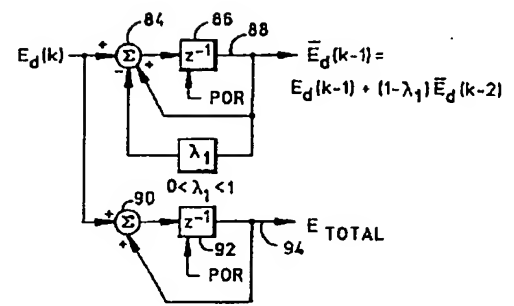
【図13】



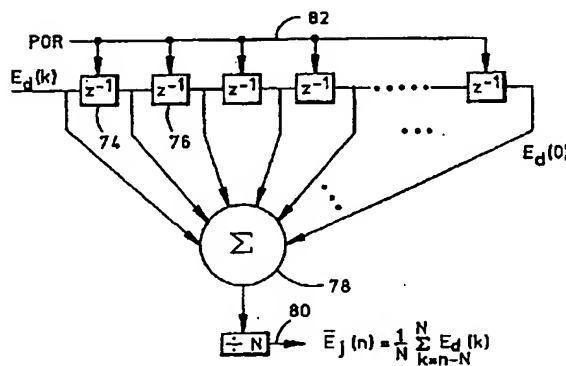
【図7】



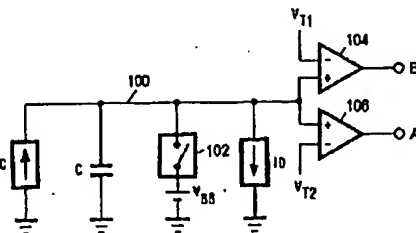
【図9】



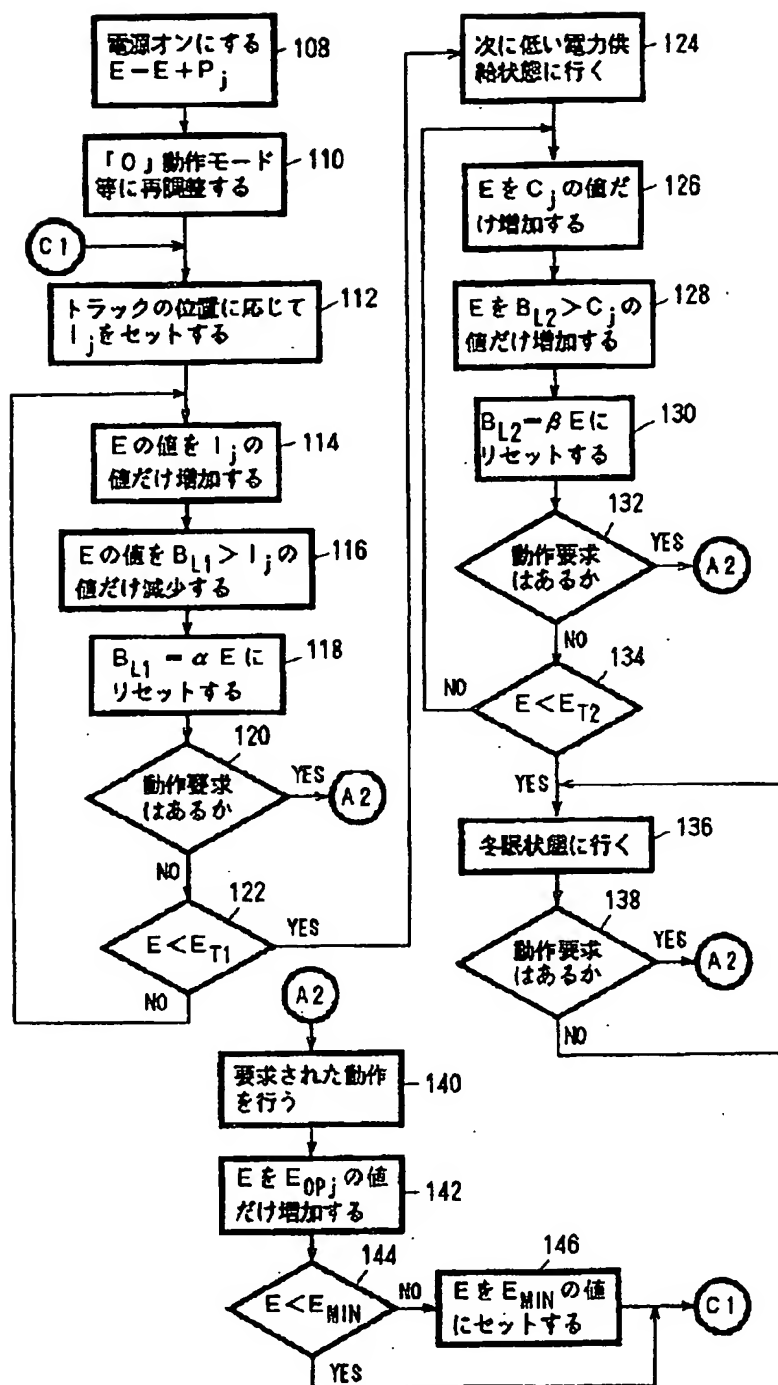
【図8】



【図12】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 トーマス・ダブリュ・グレイサー  
アメリカ合衆国 ミネソタ州、ロチェス  
ター、シックスティサード・アベニュー、サ  
ウス・ウエスト 310

(72)発明者 クラス・ベレンド・クラーク  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州、サン  
ノゼ、アンジャー・クリーク・サークル  
7171

(72)発明者 チャールズ・アール・ニールセン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州、サン  
ノゼ、ケンジントン・パーク・コート  
436

(72)発明者 ジョージ・アール・サンタナ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州、サラ  
トガ、ポートス・コート 19376

(72)発明者 ゴードン・ジェームズ・スミス  
アメリカ合衆国 ミネソタ州、ロチェスタ  
ー、カントリークリーク、シー・ティ、サ  
ウス・イースト 5321

(72)発明者 デイビッド・アレン・トンプソン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州、サン  
ノゼ、グリムレイ・レーン 1152

(72)発明者 マイケル・リー・ウォークマン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州、サン  
ノゼ、ウイスパリング・バインズ・ドライ  
ブ 6599